

## Termostatística

### 3a lista de exercícius: função distribuição, medias e variância

1. Considere o decaimento radioativo de uma quantidade de urânio  $^{238}\text{U}$ , que se transforma em um átomo de Torio ( $^{234}\text{Th}$ ), emitindo uma partícula alfa (um núcleo de hélio,  $^4\text{He}$ ). O numero de átomos que se desintegra diminui com o tempo, à medida que o numero de átomos capazes de irradiar diminui. A função distribuição  $f(t)$  que rege a probabilidade de que um átomo sofra desintegração (e uma transformação nuclear) em torno do instante  $t$  ( $t \pm dt$ ) e dada por  $f(t) = Ae^{-Ct}$ . a) Represente esta função distribuição graficamente e discuta como a probabilidade de decaimento radiativo evolui no tempo. b) Obtenha uma relação entre  $A$  e  $C$ , a partir das propriedades de probabilidade para  $f(t)$ . c) Obtenha o valor médio do tempo de decaimento  $\langle t \rangle$  e mostre que podemos escrever a função distribuição  $f(t)$  na forma

$$f(t) = (1/\langle t \rangle) \exp(-t/\langle t \rangle).$$

Procure a informação sobre o tempo de vida medio do  $^{238}\text{U}$ .

2. Considere o gás ideal. Segundo as hipóteses sobre este gás (quais?), qual é a probabilidade, segundo a proposta de Maxwell e Boltzmann, de encontrar uma molécula de  $\text{O}_2$  na posição ( $1\text{m} \pm dx, 0.5\text{m} \pm dy, 1.5\text{m} \pm dz$ ), em uma sala de  $2\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$ , com janelas e portas totalmente fechadas? Represente em um gráfico a distribuição de probabilidades. Calcule o valor médio da posição  $(x,y,z)$  de uma molécula do gás. Calcule a variância em relação a posição média.
3. Considere uma molécula de  $\text{N}_2$ , em que os átomos estão "ligados" por um potencial quadrático no afastamento da distancia de equilíbrio. a) Escreva uma expressão para a energia mecânica desta molécula. b) Represente esta energia graficamente. c) Discuta que variáveis descrevem um determinado estado microscópico da molécula. d) Escreva uma expressão para a probabilidade de Maxwell-Boltzmann para a posição dos átomos 1 e 2 e para suas velocidades. e) Obtenha as constantes necessárias para que a probabilidade tenha a propriedade que a relaciona com as frequências. f) Calcule o valor médio da distancia entre os dois átomos, a uma temperatura de  $27^\circ\text{C}$ , se a "constante de mola" é  $0.1\text{N/m}$ . O valor obtido parece razoável? f) Calcule o valor médio da velocidade dos dois átomos, para a mesma temperatura. Discuta o valor obtido.